

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 2 期
Vol.31 No.2
2011



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 2 期 2011 年 1 月 (半月刊)

目次

长白山山杨种群的性比格局及其空间分布	潘春芳,赵秀海,夏富才,等 (297)
冬季融冻过程中白三叶叶片抗氧化酶活力和渗透调节物含量变化与抗冻性的关系	赵梅,周瑞莲,刘建芳,等 (306)
黄土高原主要森林类型自然性的灰色关联度分析	王乃江,刘增文,徐钊,等 (316)
两种抗生素对龙须菜的光合生理效应	简建波,邹定辉,刘文华,等 (326)
典型喀斯特峰丛洼地植被群落凋落物 C:N:P 生态化学计量特征	潘复静,张伟,王克林,等 (335)
塔里木河下游地下水埋深对胡杨气体交换和叶绿素荧光的影响	陈亚鹏,陈亚宁,徐长春,等 (344)
基于 MODIS/NDVI 的陕北地区植被动态监测与评价	宋富强,邢开雄,刘阳,等 (354)
火因子对荒漠化草原草本层片植物群落组成的影响	贺郝钰,苏洁琼,黄磊,等 (364)
4 种阔叶幼苗对 PEG 模拟干旱的生理响应	冯慧芳,薛立,任向荣,等 (371)
城市带状绿地宽度与温湿效益的关系	朱春阳,李树华,纪鹏,等 (383)
西藏斧钯水鸟多样性及斑头雁繁殖活动区的变化	张国钢,刘冬平,钱法文,等 (395)
王朗自然保护区大熊猫生境选择	康东伟,康文,谭留夷,等 (401)
东方田鼠警觉对其功能反应的作用格局	陶双伦,杨锡福,邓凯东,等 (410)
台州市路桥区重金属污染对土壤动物群落结构的影响	白义,施时迪,齐鑫,等 (421)
青岛湾小型底栖生物周年数量分布与沉积环境	杜永芬,徐奎栋,类彦立,等 (431)
叉尾斗鱼种群遗传变异与亲缘地理	王培欣,白俊杰,胡隐昌,等 (441)
C ₃ 和 C ₄ 植物寄主对华北地区棉铃虫越冬代和第一代的影响	叶乐夫,付雪,戈峰 (449)
3 种海拔高度茶园中 2 种害虫与其天敌间的数量和空间关系	毕守东,柯胜兵,徐劲峰,等 (455)
坝上地区农田和恢复生境地地表甲虫多样性	刘云慧,宇振荣,王长柳,等 (465)
若尔盖高寒湿地干湿土壤条件下微生物群落结构特征	牛佳,周小奇,蒋娜,等 (474)
红枣贮藏期果面微生物多样性	沙月霞 (483)
CO ₂ 和温度升高情况下白粉菌侵染对西葫芦生长特性的影响	刘俊稚,葛亚明, Pugliese Massimo, 等 (491)
丛枝菌根真菌对中性紫色土土壤团聚体特征的影响	彭思利,申鸿,袁俊吉,等 (498)
新疆断裂带泉水中细菌群落结构的 PCR-DGGE 分析	吴江超,高小其,曾军,等 (506)
石油污染对海洋浮游植物群落生长的影响	黄逸君,陈全震,曾江宁,等 (513)
不同耐性水稻幼苗根系对镉胁迫的形态及生理响应	何俊瑜,任艳芳,王阳阳,等 (522)
基于 CLUE-S 模型的密云县面源污染控制景观安全格局分析	潘影,刘云慧,王静,等 (529)
基于生态足迹的生态地租分析	龙开胜,陈利根,赵亚莉 (538)
深圳市植被受损分级评价及其与景观可达性的关系	刘语凡,陈雪,李贵才,等 (547)
专论与综述	
美国、加拿大环境和健康风险管理方法	贺桂珍,吕永龙 (556)
植物蜡质及其与环境的关系	李婧婧,黄俊华,谢树成 (565)
油田硫酸盐还原菌酸化腐蚀机制及防治研究进展	庄文,初立业,邵宏波 (575)
叶际微生物研究进展	潘建刚,呼庆,齐鸿雁,等 (583)

王朗自然保护区大熊猫生境选择

康东伟, 康文, 谭留夷, 李俊清*

(北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 基于王朗自然保护区的长期、连续监测, 采用王朗保护区大熊猫野外监测数据, 利用分布频率法和相似性指数法, 从地形因子、森林群落结构特征和主食竹生长三方面研究大熊猫生境选择的年度与季节变化特征。结果表明: 1997—2009 年间, (1) 随着时间的推移、环境的变化, 大熊猫的生境选择是变化的。(2) 大熊猫生境选择年度相似性指数曲线总体呈曲折上升趋势, 尤其是 2000—2009 年, 基本为平稳上升趋势, 相似性指数总体逐渐接近于 1, 说明随着年度变化, 大熊猫会对生境选择进行大的、明显的调整, 并且是朝着某种趋势发生的。(3) 大熊猫生境选择季节相似性指数均在 0.90—1.00 之间, 表明在季节变化中, 大熊猫的生境选择与 13a 整体的生境选择情况高度一致, 说明随着季节变化, 大熊猫会对生境选择进行小的、不明显的微调。此研究结果可以为大熊猫生境保护和管理提供重要借鉴和科学依据。

关键词: 王朗保护区; 大熊猫; 生境; 选择

The habitat selection of Giant panda in Wanglang Nature Reserve, Sichuan Province, China

KANG Dongwei, KANG Wen, TAN Liuyi, LI Junqing*

The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: Previous research showed that habitat selection of the Giant panda was the key issues for the conservation of this wildlife. Based on the 13 years' filed observation data in Wanglang Nature Reserve, Pingwu county of Sichuan province, China, using the distribution frequency method and similarity index method, the yearly and seasonal changes in habitat selection of Giant panda were studied from the three aspects which including, topography factors (such as elevation, aspect, position, and slope, etc.), the structural attributes of forest community (such as vegetation type, mean height of trees and shrubs, canopy and coverage of shrubs) and the characteristics of main feeding bamboo (such as the species, mean height, coverage, growth type and states).

The main Giant panda's habitats and environmental conditions in Wanglang Nature Reserve were as follows: the elevation between 2 500—3 000 m, with the slope of 6—20°, the distance to nearest water source >300m, well-grown secondary forest characterized by the coniferous mixed with broad leaved trees, with the trees mean height of 20—29m, the shrubs mean height of 2—3m, the forest closeness of 0.25—0.49, shrub coverage of 25%—49%. The main feeding bamboo of Giant panda was as follows, scattered *Fargesia denudate*, with the coverage of 50%—74%, mean height of 2—3m, growth well.

Based on the analysis of the inventory data from 1997 to 2009, the results indicated that: (1) Giant panda's habitat selection is changing with time and environment; (2) the curve of yearly similarity index of habitat selection and the similarity coefficients of Giant panda's habitat selection is close to 1, overall, the annual change of the Giant panda's habitat selection showed an steady increasing trend, especially during the period of 2000—2009, it indicates that the Giant panda will adjust its' habitat selection significantly year by year; (3) the seasonal similarity coefficients of the Giant panda's habitat selection are all between 0.90 and 1.00, the Giant panda's habitat selection in each season was very similar to

基金项目: 国家“十一五”科技支撑课题(2008BADB0B04); 林业公益性行业科研专项资助(200804001)

收稿日期: 2009-11-23; **修订日期:** 2010-09-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: kangmanfeng_1985@163.com; lijq@bjfu.edu.cn

that happened in the whole 13 years. This indicates that Giant panda will just make a minor and unobvious adjust on the habitat selection along with the seasonal change. This result can provide important references and scientific basis for the restoration and management of the Giant panda's habitats.

Key Words: Wanglang Nature Reserve; Giant panda; habitat; selection

大熊猫是我国特有的濒危物种,素有“国宝”和“活化石”之称。大熊猫野外生态学研究备受世人关注,尤其生境选择一直是生态学研究中的一大热点^[1]。目前国内外有很多关于大熊猫生境选择方面的研究^[1-38]。生境选择研究对于探讨物种濒危机制、评估生境质量、预测栖息地负载量、制定合理的保护策略和资源管理方案等均具有重要意义^[2,5,10]。也发现了一些重要的规律,如大熊猫对食物、环境、植被和干扰等各种生态因子的选择规律^[1,3,6-8,17,19,21]、选择机制^[2,4-5,9-10,12-13]、以及选择的灵活性^[3-4,14-15,18,24-25,29]等,但也存在着一些缺陷^[19],如传统研究往往是采用一次调查的数据或者通过收集一个周期年的数据得出结论,数据具有不稳定性,且缺少连续的追踪研究,很难发现大熊猫生境选择的变化情况。此外,国内外关于大熊猫生境选择的研究主要集中在生境偏好,很少利用连续数据分析大熊猫生境选择的变化。本文采用的是 1997—2009 年 13a 的连续监测数据,具有数据稳定性好、可靠性高的优点,且能分析大熊猫生境选择的变化情况。

四川省平武县王朗国家级自然保护区是大熊猫主要栖息地和重点分布区,对这里的大熊猫生境选择进行连续的年度变化和季节变化特征研究更具典型性和代表性,但迄今为止,对王朗自然保护区内大熊猫生境选择的研究较少。因此,本文以王朗自然保护区为调查对象,分析王朗保护区 1997 年到 2009 年的 13a 大熊猫野外监测的连续数据,旨在研究和探讨大熊猫生境选择的年度变化与季节变化,揭示大熊猫生境选择的特征和规律,为大熊猫生境恢复、保护和管理提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究区概况

四川王朗国家级自然保护区(32°49'—33°02'N, 103°50'—104°58'E)面积 32297hm²,是我国最早建立的 4 个大熊猫自然保护区之一。保护区地处青藏高原东缘,地势西北高、东南低,属深切割型山地,海拔跨度 2300—4980m,相对高差近 2700m,从而造成复杂的地形和气候,以及丰富的生物多样性。该区气候上属于丹巴—松潘半湿润气候区,因受地理位置影响形成了暖温带、温带、寒温带、亚寒带和永冻带等不同的气候带谱。保护区内年均气温 2.9℃,7 月份平均气温 12.7℃,1 月份平均气温 -6.1℃,年降水量 862.5mm。土壤分布与基岩及水热条件的垂直分布密切相关。海拔由低到高依次分布有山地棕壤(2300—2850m),山地暗棕壤(2600—3500m),亚高山草甸土(阳坡 2300—3500m),高山草甸土(3500—4000m),高山流石滩荒漠土(4000m 以上)。区内主要河流有长白沟、大窝凼沟、竹根岔沟、西沟、东沟等,汇合于白马河。保护区周边的平武县白马藏族乡,下辖 4 个村,15 个村民组,面积 462.5km²,全乡主要经济来源依靠农业、牧业、林木采伐、挖药、狩猎等收入^[2]。

1.2 资料收集

本文数据来源于王朗保护区自 1997 到 2009 年的大熊猫野外监测数据,各年数据均为全年监测数据。

表 1 各个年份统计的记录大熊猫生境的样点数

Table 1 Sampling points in giant panda's habitat recorded every year

年份 Year	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
数量 Number	8	122	47	38	106	129	178
年份 Year	2004	2005	2006	2007	2008	2009	总计 Total
数量 Number	358	213	187	84	60	91	1621

野外监测在路线的选点上采取覆盖全区、有代表性的方法选取,采用固定路线和随机路线相结合的方法,

固定路线每个季度完成一次完全的逐条监测;随机路线则视情况而定,一般每月随机监测一条,但若时间充裕、条件具备,则可能多监测几条;若条件不具备,也可能不监测(图 1)。此外,对固定路线每月监测 2 次动物活动情况,根据植物生态特征每季度监测 1 次竹类生长情况。固定样线主要有竹根岔沟下段、珍宝桥以下至豹子沟、长白沟、大窝沟。在每条样线上用系统抽样的方法设固定样方至少 30 个,大小为 $20\text{m} \times 20\text{m}$,监测植被的现阶段情况和变化、生境的变化情况及生态系统演替。对监测的每条样线,印制了生态监测表格,凡是有大熊猫粪便出现的地方,记录该粪便所在地的地形因子特征,包括海拔高度、粪便位置、坡度、坡向、坡位和坡形(均匀坡为坡面形状接近于平直坡,凸凹波动程度明显小于复合坡的坡形)等;森林群落结构,包括乔木平均高度、郁闭度,灌木层的高度、盖度等;竹林状况,包括竹种类型、高度、竹子生长类型(混生、丛生、散生)、长势、竹子盖度等^[5]。

1.3 数据分析

(1) 数据分类与统计

频率是概率的近似值,概率可看作频率在理论上的期望值,它从数量上反映了事件发生的可能性,而大熊猫实际上只出现在其分布区内适宜其生活的各种生境上^[22],由此可以认为,发现大熊猫痕迹频率高的地方为大熊猫最喜爱的地方^[23],因此,采用分布频率法^[5]统计大熊猫在某些生境的最高出现频率,即最高遇见率,相当程度上可以客观反映大熊猫的生境选择特征。

对于数据的分类,划分为 13a 整体数据、1997—2009 各个年份数据,以及 13a 数据汇总后按月份分成春、夏、秋、冬 4 个季节的 3 类数据,季节数据划分中春为 3—5 月份,夏为 6—8 月份,秋为 9—11 月份,冬为 12—翌年 2 月份。然后分别统计各类数据的最高遇见率指标。

(2) 研究大熊猫生境选择特征

将统计到的 1997 到 2009 各年份的最高遇见率指标与 13a 整体数据的最高遇见率的指标进行比较,研究大熊猫的年度生境选择特征。具体是:若某一年份的某一最高遇见率指标与 13a 整体相对应的最高遇见率指标一致,则用“+”表示;若某一年份的数据缺失,则用“0”表示;若不一致,则不标记。同样,类似的方法研究大熊猫的季节生境选择特征。

(3) 研究大熊猫生境选择规律

通过比较大熊猫各年、各季节生境选择与 13a 整体生境选择的相似程度,研究大熊猫生境选择的规律。本文根据相似性指数公式^[10]计算大熊猫生境选择的相似性指数:

$$q = 2j / (a + b)$$

式中, q 为相似性指数,即各年(各季节)生境选择与 13a 整体生境选择的相似程度; j 表示各年(各季节)最高遇见率指标与 13a 整体的最高遇见率指标一致的数量,即为“+”的数量; a 表示各个年份(各季节)中统计的大熊猫最高遇见率指标数; b 表示 13a 整体统计的大熊猫最高遇见率指标数。若 q 值在 0.75—1.00,表示两个对比方生境选择特征极其相似;若 q 值在 0.50—0.75,表示两个对比方生境选择特征中等相似;若 q 值在 0.25—0.50,表示两个对比方生境选择特征中等不相似;若 q 值在 0—0.25 之间,为极不相似。

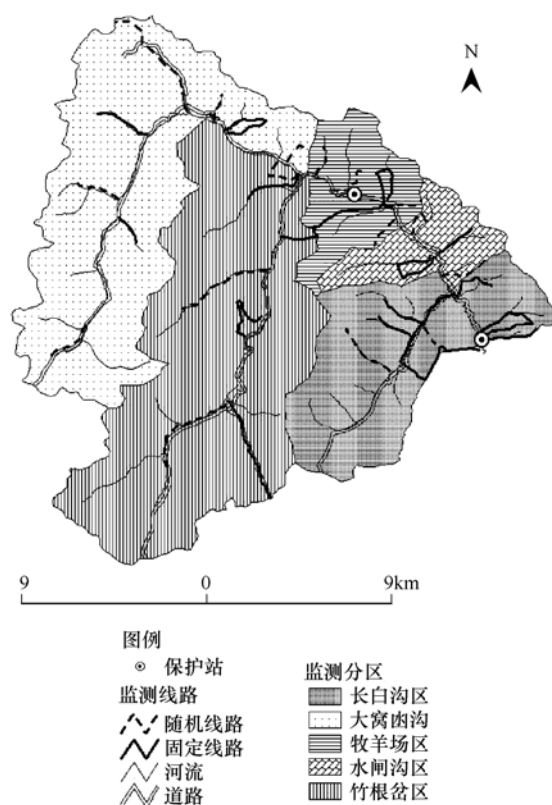


图 1 王朗保护区监测路线示意图

Fig. 1 Monitoring lines in Wanglang Nature Reserve

最后,将各年份(各季节)的相似性指数按年份(季节)先后顺序做成大熊猫生境选择年度(季节)相似性指数曲线,研究大熊猫生境选择的规律。

2 结果与分析

2.1 大熊猫的生境选择特点和环境条件

自 1997—2009 年,王朗保护区大熊猫选择的生境为:在地形因子中,活动范围集中分布在 2500—3000m 之间,坡向的选择是西南坡,在坡度的选择上,6—20°为大熊猫出现频率最多的坡度,对于坡位的选择,王朗大熊猫在中坡所占比例最高,在坡形选择上,最多的是均匀坡(均匀坡为坡面形状接近于平直坡,凸凹波动程度明显小于复合坡的坡形),在水源距离上更多选择与水源距离大于 300m 的生境(表 2)。

在森林群落结构特征上,王朗保护区大熊猫更多选择次生林,在植被类型选择上最多的是针阔叶混交林,其乔木平均胸径为 21—30cm,在林木高度上主要选择乔木平均高度为 20—29m、灌木平均高度为 2—3m 的林下环境。在盖度上更多选择乔木郁闭度为 0.25—0.49 和灌木盖度为 25%—49% 的环境(表 2)。

王朗保护区大熊猫最高遇见率的主食竹特征为:竹种上主要选择散生的缺苞箭竹(*Fargesia denudate*),竹子盖度为 50%—74%,平均高度为 2—3m,生长状况好(表 2)。

2.2 大熊猫生境选择的年度变化特征

(1) 1997 和 2000 年统计的大熊猫生境选择最高

遇见率指标中,与 13a 整体的最高遇见率指标相比较,相同的较少,其中 1997 年统计的 3 项指标中,与 13a 整体相同的只有 1 项;2000 年只有 2 项与 13a 整体的相同(表 3)。此外,1997、2000 年与 13a 整体的生境选择相似性指数均在 0—0.20 之间(图 2),为极不相似。表明这两年的大熊猫生境选择与 13a 整体的生境选择存在明显差异。但需要说明的是,这两年的相似性指数非常小,与部分指标的数据记录状况不无关系。

(2) 1998 年统计的大熊猫生境选择最高遇见率指标中,有 14 项与 13a 整体的最高遇见率指标一致;1999 年有 12 项与 13a 整体的一致;2001 年有 12 项与 13a 整体的一致。从数量上看,与 1997、2000 相比,这 3a 与 13a 整体相同的最高遇见率指标数多些(表 3)。此外,1998、1999 和 2001 年与 13a 整体的生境选择相似性指数均在 0.60—0.75 之间(图 2),为中等相似。表明这 3a 大熊猫的生境选择与 13a 整体的生境选择基本一致,不存在明显差异。

(3) 2002 年—2009 年统计的大熊猫生境选择最高遇见率指标中,与 13a 整体的最高遇见率指标相同的数量分别是:15 项,15 项,15 项,16 项,17 项,18 项,18 项和 17 项。从数量上看,这 8a 与 13a 整体相同的最高遇见率指标数更多些(表 3)。此外,2002—2009 各年与 13a 整体的生境选择相似性指数均在 0.75—1.00 之间(图 2),为极其相似。表明这 8a 大熊猫的生境选择与 13a 整体的生境选择高度一致,差异极其微小。

(4) 从各项指标来看,各个年份相同程度最高的前 3 位指标分别是海拔(13a)、植被类型(11a)和竹子种类(11a),各个年份相同程度最低的前 3 位分别是坡向(5a)、竹子平均高度(7a)和竹丛盖度(7a),其它指标介于以上两种情形之间(表 3)。说明大熊猫对于海拔、植被类型和竹子种类的选择是非常稳定的,而对于坡向、竹子平均高度和竹丛盖度的选择具有不稳定性。

表 2 王朗保护区大熊猫最高遇见率指标

Table 2 The max appearance frequency of giant panda in the Wanglang Nature Reserve

类别 Category	指标 Index	项目 Item	百分率/% Percentage
地形因子特征 Topography	海拔	2500—3000m	86.1
	坡向	西南	17.7
	坡度	6—20°	44.8
	坡位	中部	34.3
	坡形	均匀坡	39.5
	水源距离	>300m	41.2
森林群落结构 Structural of forest community	森林起源	次生林	63.0
	植被类型	针阔混交林	78.3
	小生境	林下	53.9
	乔木平均高度	20—29m	54.7
	乔木郁闭度	0.25—0.49	56.6
	乔木平均胸径	21—30cm	45.2
	灌木高度	2—3m	43.9
	灌木盖度	25%—49%	46.1
主食竹特征 Quality of main feeding bamboo	竹子种类	缺苞箭竹	93.2
	竹子平均高度	2—3m	47.8
	竹丛盖度	50—74%	41.5
	竹子生长类型	散生	66.6
	竹子生长状况	好	54.6

表 3 王朗保护区 1997—2000 年大熊猫生境选择年度变化

Table 3 The yearly change of habitat selection of giant panda in the Wanglang Nature Reserve

项目 Item	年份 Year												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
海拔 Elevation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
坡向 Aspect	0						+		+		+	+	+
坡度 Slope	0		+				+	+	+	+	+	+	+
坡位 Position		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
坡形 Shade	0	+	+	0	+	+	+			+	+	+	+
水源距离 Distance to water source	0	+	+	0	0	0		+	+	+	+	+	+
森林起源 Forest origin	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	
植被类型 Vegetation type		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
小生境 Microhabitat	0	+	+	0	+	+	+	+		+	+	+	
乔木平均高度 Mean height of tree	0	+		0	+	+	+	+	+	+		+	+
郁闭度 Closeness	0	+		0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
乔木平均胸径 Mean diameter of tree	0		+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
灌木高度 Mean height of shrub	0	+		0		+	+	+		+	+	+	+
灌木盖度 Coverage of shrub	0		+	0	+	+	+		+	+	+	+	+
竹子种类 Species of bamboo	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
竹子平均高度 Mean height of bamboo	0	+		0		+			+	+	+	+	+
竹丛盖度 Coverage of bamboo	0	+		0	+	+		+	+		+		+
竹子生长类型 Growth type of bamboo	0		+	0			+	+	+	+	+	+	+
竹子生长状况 States of bamboo	0	+	+	0	+	+		+	+	+	+	+	+

若某一年份的某一最高遇见率指标与 13a 整体相对应的最高遇见率指标一致,则在表格中用“+”表示;若某一年份的数据缺失,则在表格中用“0”表示;若不一致,则不标记

(5)从相似性指数曲线看,1997—2009 年大熊猫生境选择年度相似性指数曲线总体呈曲折上升趋势,尤其是 2000—2009 年,基本为平稳上升趋势,相似性指数总体逐渐接近于 1(图 2),说明大熊猫的生境选择是会发生变化的,且随着年度变化,大熊猫会对生境选择进行大的、明显的调整,并且是朝着某种趋势发生改变的。

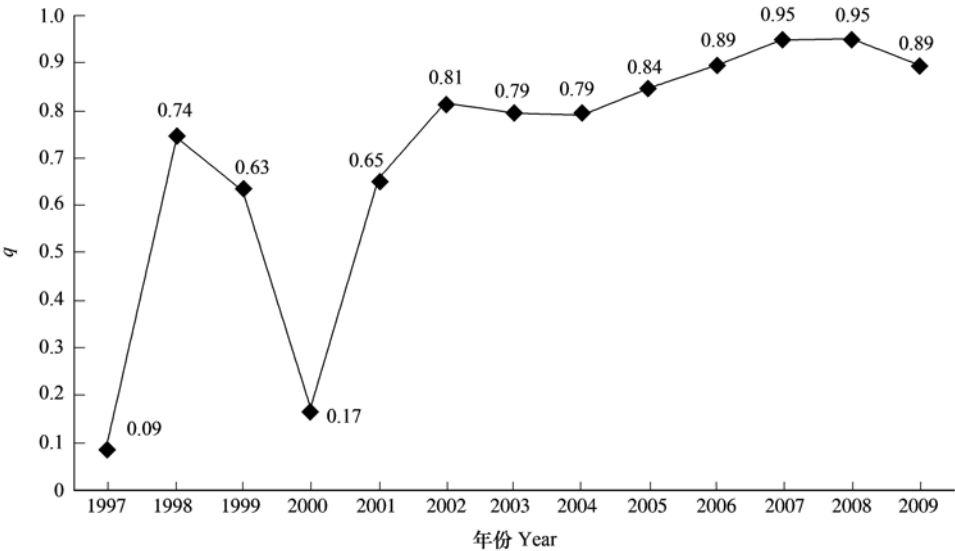


图 2 王朗保护区 1997—2009 年大熊猫生境选择年度相似性指数曲线

Fig. 2 The curve of yearly similarity index of habitat selection of giant panda in the Wanglang Nature Reserve

2.3 大熊猫生境选择的季节变化特征

在春季、夏季、秋季统计的大熊猫生境选择最高遇见率指标中,分别只有灌木盖度(春季)、坡向(夏季)和竹子平均高度(秋季)不同于 13a 整体生境选择的指标,而冬季统计的最高遇见率指标指标则与 13a 整体的完全相同(表 4)。此外,大熊猫的各个季节与 13a 整体的相似性指数均在 0.90—1.00 之间(图 3),为极其相似。

表明在四季变化中大熊猫的生境选择与 13a 整体的生境选择高度一致,差异极其微小。说明随着季节的变化,大熊猫会对生境选择进行小的、不明显的微调。

表 4 王朗保护区大熊猫生境选择季节变化

Table 4 The season change of habitat selection of giant panda in the Wanglang Nature Reserve

项目 Item	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	冬 Winter
海拔 Elevation	+	+	+	+
坡向 Aspect	+		+	+
坡度 Slope	+	+	+	+
坡位 Position	+	+	+	+
坡形 Shade	+	+	+	+
水源距离 Distance to water source	+	+	+	+
森林起源 Forest origin	+	+	+	+
植被类型 Vegetation type	+	+	+	+
小生境 Microhabitat	+	+	+	+
乔木平均高度 Mean height of tree	+	+	+	+
郁闭度 Closeness	+	+	+	+
乔木平均胸径 Mean diameter of tree	+	+	+	+
灌木高度 Mean height of shrub	+	+	+	+
灌木盖度 Coverage of shrub		+	+	+
竹子种类 Species of bamboo	+	+	+	+
竹子平均高度 Mean height of bamboo	+	+		+
竹丛盖度 Coverage of bamboo	+	+	+	+
竹子生长类型 Growth type of bamboo	+	+	+	+
竹子生长状况 States of bamboo	+	+	+	+

若某一季节的某一最高遇见率指标与 13 年整体相对应的最高遇见率指标一致,则在表格中用“+”表示;若某一季节的数据缺失,则在表格中用“0”表示;若不一致,则不标记

3 结论与讨论

大熊猫生境选择的特征和规律研究,对于评估生境质量、预测其生境变化、制定合理的保护策略等均有重要意义^[20]。本文通过分析王朗保护区大熊猫生境选择的特点,各年度、各季节的生境选择特征以及相似性指数等,对大熊猫的生境选择进行了较为细致的研究,结论如下:

(1)随着时间的推移,大熊猫的生境选择是会发生变化的。曾宗永等、申国珍等曾对王朗自然保护区大熊猫的生境选择进行了分析,本文与二者得出的部分结论存在一定的差异。如曾宗永等研究结果表明大熊猫对原始林和次生林的利用没有明显差异,更多地利用针叶林等^[3]。申国珍等研究结果表明:大熊猫生长在坡度为 25—45°,郁闭度 50%—70% 的森林环境^[5]。而本文研究的结果是大熊猫更多选择次生林,针阔叶混交林,以及坡度为 6—20°,郁闭度为 0.25—0.49 的森林环境等。产生差异的原因之一可能是由于研究数据的范围不同,曾宗永是采用一次调查的数据,申国珍是采用收集保护区部分时段的数据,且均为 2002 年以前的数据,而本文则是收集自保护区开展监测工作以来的 13a 连续数据;原因之二可能是经过时间比较久,环境变化了,大熊猫的生境选择也会发生变化,也印证了本

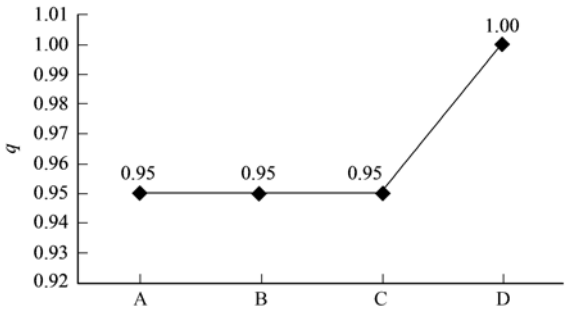


图 3 王朗保护区大熊猫生境选择季节相似性指数曲线

Fig.3 The curve of seasonal similarity index of habitat selection of giant panda in the Wanglang Nature Reserve

A:春季相似值 similarity value of spring; B:夏季相似值 similarity value of summer; C:秋季相似值 similarity value of autumn; D:冬季相似值 similarity value of winter

文的结论,即大熊猫的生境选择不是恒定的,而是变化的。

在岷山山系,针阔叶混交林主要分布于 2200—2800m^[32],而王朗保护区的海拔跨度是 2300—4980m,区内有大量针阔叶混交林的分布。大熊猫在海拔和坡位选择上,几乎均为 2500—3000m 的山体中部,经实地调查,针阔混交林恰好分布于这一海拔区段,且针阔混交林一般都分布于山体的中部^[4],这与大熊猫选择山体的中部相吻合。因此,大熊猫更多选择针阔叶混交林。

对坡度选择的研究,不同山系或地点的结果不尽一致,如秦岭的佛坪和邛崃山山系的结果是 15—36°^[24],相岭山系是小于 20°^[25]等,说明不同区域内大熊猫对相同生境因子的利用程度可能不同,这可能是不同研究区、不同时期内大熊猫对各自环境的适应所致^[4]。此外,大熊猫对坡度反应十分敏感,随着坡度的增加,大熊猫行动越来越困难^[26],20—40°的坡度不利于像大熊猫这样的大型兽类行走、攀爬,以及在争斗中保护自己,保护区内 0—5°坡度地段经常受到旅游、放牧^[29]和耕作等因素的干扰,而大于 40°的地段大熊猫行走更加不便。因此,大熊猫更多选择 6—20°的坡度。

大熊猫对于次生林的适应^[19]。次生林密度一般比较大,乔木树种优势度较高,其它树种及大熊猫可食竹很难在人工林下生长,竹资源生物量低^[19]。冉江洪^[4]等通过对四川宝兴县大熊猫栖息地中原始林和次生林中大熊猫生境选择的 12 个生态因子差异比较后发现,大熊猫对 11 个因子的选择发生了改变:对于原始林中要回避的 9 个生境特征,在次生林中变成随机选择,在原始林中随机选择的 6 个生境类型,在次生林中变得偏好^[4]。这说明,大熊猫以扩大生境选择范围或转移对森林起源的选择,把那些次好甚至较差的生境纳入自己的选择范围^[19],来适应受人类干扰形成的次生林生境^[19]。

林分郁闭度是影响大熊猫的活动的重要因素,大熊猫是一种山地林栖动物^[28],喜欢活动在上层乔木有一定郁闭度^[28]的环境中。如果没有乔木树种,大熊猫根本就不会去选择利用^[28],而对 0.75—1 郁闭度的生境很少利用,是因为在保护区 2500—3000m 海拔范围内,该郁闭度的生境数量极少,这与保护区的森林植被相关^[29]。此外,大熊猫喜欢在森林采伐后人工更新的区域(郁闭度为 39%)中活动^[1],调查发现,保护区经森林采伐后人工更新的次生林的郁闭度大多介于 0.25—0.49 之间,这与大熊猫更多选择次生林相吻合。因此,王朗保护区大熊猫主要选择郁闭度在 0.25—0.49 的环境,这也反映了大熊猫生境选择上灵活性的一面,是大熊猫对人类干扰的适应表现^[30]。

(2)从大熊猫的生境选择的年度变化来看,随着年度的变化,大熊猫会对生境选择进行大的、明显的调整,并且是朝着某种趋势发生改变的。以上这一年度变化的原因:其一是由大熊猫自身的生物学特征所决定的^[1]。其二,环境的变化对促成这一变化也有很大影响^[19],实地调查发现,经过时间的推移,部分大熊猫生境由于受到外界干扰而发生了大的改变,如地震、滑坡、泥石流、放牧等,而造成了对涉及大熊猫生存繁殖的条件的破坏,使本来适宜大熊猫生存的生境变成不适宜的生境;相反,也有部分生境本来不适合其生存,但由于外界条件影响,而出现了适合其生存的条件,如主食竹的更新等,而导致其年度生境选择有很大变化。其三,大熊猫对变化的环境的一种适应^[1],动物在与自然环境相互协调过程中,能判断其生存环境的利弊而趋向于选择那种使自己适合度达到最大的栖息地^[31]。大熊猫对于生境的选择趋向,体现了其对生境选择的优化,从而更好地适应不同的环境^[1]。

(3)从王朗保护区大熊猫生境选择的季节变化来看,随着季节的变化,大熊猫会对生境选择进行小的、不明显的微调。这一现象的发生的主要原因是:首先是大熊猫自身的生物学特征^[1]。其次,季节变化^[19]导致光照、温度、水热条件,以及植物生长状况等发生了改变,但其变化程度较年度变化可能更为缓和,因此,大熊猫生境选择的季节变化还是存在着细微的差异。

综上所述,生境选择作为大熊猫对环境长期适应的一种对策,体现了大熊猫对变化的环境的一种适应^[1],大熊猫能随着时间的推移、环境的改变,不断调整对于生境的选择,以适应环境、生存繁育,或许这也正是大熊猫这一“活化石”能存活至今的原因所在。

致谢:感谢王朗自然保护区的支持,感谢刘晓东老师、张玉波、王梦君、赵志江三位博士的帮助。

References:

- [1] Zhang Z J, Hu J C. A study on the Giant Panda's habitat selection. *Journal of Sichuan Teachers College (Natural Science)*, 2000, 21(1): 18-21.
- [2] Wang M J, Li J Q. Research on habitat restoration of Giant Panda after a grave disturbance of earthquake in Wanglang Nature Reserve, Sichuan Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(12): 5848-5855.
- [3] Zeng Z Y, Yue B S, Ran J H, Liu S Y, Chen Y P, Jiang S W. Panda's exploitation of habitats at Wanglang Nature Reserve. *Journal of Sichuan University: Natural Science Edition*, 2002, 39(6): 1140-1144.
- [4] Ran J H, Zeng Z Y, Wang H, Liu S Y, Wang H J, Liu S C. A comparative study on habitat preference of giant pandas in primary and secondary forests. *Journal of Beijing Forestry University*, 2004, 26(4): 8-14.
- [5] Shen G Z, Li J Q, Ren Y L, Ma Y F. Indicators for giant panda's habitat degradation and restoration. *Journal of Beijing Forestry University*, 2002, 24(4): 1-5.
- [6] Hu J C. Advancement of Biology Research of Giant Panda. Chengdu: Sichuan Scientific and Technological Press, 1990.
- [7] Hu J C. Present situation of population and protection on the Giant Panda. *Journal of Sichuan Teachers College: Natural Science Edition*, 2000, 21(1): 11-17.
- [8] Li C B. The study on the Main Feeding Bamboo of Giant Panda. Guiyang: Guizhou Scientific and Technological Press, 1997.
- [9] Qin Z S, Taylor A H. The ecological environment of Bamboo and Forest Dynamic Succession of Giant Panda in Wolong. Beijing: China Forestry Press, 1993.
- [10] Ouyang Z Y, Li Z X, Liu J G, An L, Zhang H M, Tan Y C, Zhou S Q. The recovery processes of giant panda habitat in Wolong Nature Reserve, Sichuan, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(11): 1840-1851.
- [11] Shen G Z, Li J Q, Zhang M R. Suggestions for the restoration and reconstruction of degenerated ecosystem in Giant Panda's habitat. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University*, 2002, 23(1): 36-40.
- [12] Zhang Y B, Wang M J, Li J Q, He Y. The impact of ecological compensation on farmers' ecological footprint: an empirical study on Giant Panda habitat. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(7): 3569-3575.
- [13] Zhou S Q, Huang J Y, Zhang Y H, Li R G, Li D S, Zhang H M. The effects of wildness training giant pandas grazing and artificial harvesting on the regeneration of umbrella bamboo (*Fargesia robusta*) clone population. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(9): 4804-4814.
- [14] Xiao Y, Ouyang Z Y, Zhao J Z, Huang B Y, Zhu C Q. An assessment of giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) habitat stressors in Minshan region. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(1): 0267-0273.
- [15] Wang X Z, Xu W H, Ouyang Z Y, Liu J G, Xiao Y, Chen Y P, Zhao L J, Huang J Z. The application of Ecological-Niche factor analysis in giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) habitat assessment. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(2): 0821-0828.
- [16] Zong X, Cui G F, Yuan J. Contingent valuation of the existent economic of Giant Panda (*Ailuropoda melanoleuca*). *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(5): 2090-2098.
- [17] Ouyang Z Y. Community structure analysis of giant panda habitat in Wolong. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(3): 458-462.
- [18] Wang X Z, Xu W H, Ouyang Z Y, Zhang J D. Impacts of Wenchuan Earthquake on giant panda habitat in Dujiangyan region. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(12): 5856-5861.
- [19] Yang C H, Zhang H M, Zhou X P, Wang P Y, Wang X M. Review of habitat selection in the Giant Panda (*Ailuropoda melanoleuca*). *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(10): 3442-3453.
- [20] Shen G Z. Structure and dynamics of subalpine forests in giant panda habitat. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1294-1299.
- [21] Ouyang Z Y. An assessment of giant panda habitat in Wolong Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(11): 1869-1874.
- [22] Liu N W. Physical Geography. Beijing: Science Press, 2000.
- [23] Zhang W G, Tang Z H, Qi D W, Hu Y M, Hu J C. Habitat assessment for giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*) on the northern slope of the Daxiangling Mountains. *Acta Theriologica Sinica*, 2007, 27(2): 146-152.
- [24] Zhang Z J, Hu J C, Wu H. Comparison of habitat selection of giant pandas and red pandas in the qionglai mountains. *Acta Theriologica Sinica*, 2002, 22(3): 161-168.
- [25] Wei F W, Feng Z J, Wang Z W. Habitat selection by Giant Pandas and Red Pandas in Xiangling Mountains. *Acta Zoologica Sinica*, 1999, 45(1): 57-63.
- [26] Chen L X, Liu X H. Evaluation on giant panda habitat fragmentation in wolong nature reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(3): 291-297.
- [27] Hu J C, Hu J. The study of giant pandas and its progress. *Journal of China West Normal University*, 2003, 24(3): 253-257.
- [28] Hu J C. The Study of Giant Panda. Shanghai: Shanghai Scientific and Technological Education Press, 2001.
- [29] Ran J H, Liu S Y, Wang H J, Sun Z Y, Zeng Z Y, Liu S C. Effect of grazing on Giant Pandas' habitat in Yele Nature Reserve. *Acta Theriologica Sinica*, 2003, 23(4): 288-294.
- [30] Pan W S, Gao Z S, Lu Z. The natural Refuge for Giant Pandas in Qinling. Beijing: Peking University Press, 1988.
- [31] Yan Z C, Chen Y L. Habitat selection in animals. *Chinese Journal of Ecology*, 1998, 17(2): 43-49.
- [32] State Forestry Bureau. The 3rd National Survey Report on Giant Panda in China. Beijing: Science Press, 2006.
- [33] Taylor A H, Qin Z S, Liu J. Structure and dynamics of subalpine forests in the Wanglang natural reserve, Sichuan, China. *Vegetatio*, 1996, 124: 25-

38.

- [34] Taylor A H, Qin Z S. Regeneration from seed of *Sinarundinaria fangiana*, a bamboo, in the Wolong giant panda reserve, Sichuan, China. *American Journal of Botany*, 1988, 75:1065-1073.
- [35] Taylor A H, Qin Z S. Culm dynamics and dry 2matter production of bamboos in the Wolong and Tangjiahe giant panda reserves, Sichuan, China. *Journal of Applied Ecology*, 1987, 24:419-433.
- [36] Taylor A H. Disturbance and persistence of Sitka spruce in coastal forests of the Pacific Northwest. *Journal of Vegetation Science*, 1990, 2: 679-690.
- [37] Taylor A H, Qin Z S. Regeneration patterns in old growth *Abies-Betula* forests in the Wolong Natural Reserve, Sichuan, China. *Journal of Ecology*, 1988, 76:1204-1218.
- [38] Cody M L. Habitat selection and interspecific territoriality among the sylvid warblers of England and Sweden. *Ecological Monographs*, 1978, 48: 351-396.

参考文献:

- [1] 张泽钧, 胡锦矗. 大熊猫生境选择研究. *四川师范大学学报*, 2000, 21(1): 18-21.
- [2] 王梦君, 李俊清. 四川省王朗自然保护区地震干扰后大熊猫栖息地的恢复. *生态学报*, 2008, 28(12): 5848-5855.
- [3] 曾宗永, 岳碧松, 冉江洪, 刘少英, 陈佑平, 蒋世伟. 王朗自然保护区大熊猫对生境的利用. *四川大学学报(自然科学版)*, 2002, 39(6): 1140-1144.
- [4] 冉江洪, 曾宗永, 王昊, 刘少英, 王鸿加, 刘世昌. 大熊猫在原始林和次生林中生境利用的比较研究. *北京林业大学学报*, 2004, 26(4): 8-14.
- [5] 申国珍, 李俊清, 任艳林, 马宇飞. 大熊猫适宜栖息地恢复指标研究. *北京林业大学学报*, 2002, 24(4): 1-5.
- [6] 胡锦矗. 大熊猫生物学研究与进展. 成都: 四川科学技术出版社, 1990.
- [7] 胡锦矗. 大熊猫的种群现状与保护. *四川师范大学学报*, 2000, 21(1): 11-17.
- [8] 李承彪主编. 大熊猫主食竹研究. 贵阳: 贵州科技出版社, 1997.
- [9] 秦自生, 艾伦·泰勒. 卧龙大熊猫生态环境的竹子与森林动态演替. 北京: 中国林业出版社, 1993.
- [10] 欧阳志云, 李振新, 刘建国, 安力, 张和民, 谭迎春, 周世强. 卧龙自然保护区大熊猫生境恢复过程研究. *生态学报*, 2002, 22(11): 1840-1851.
- [11] 申国珍, 李俊清, 张明如. 大熊猫退化生态系统恢复与重建的探讨. *内蒙古农业大学学报*, 2002, 23(1): 36-40.
- [12] 张玉波, 王梦君, 李俊清, 何涓. 生态补偿对大熊猫栖息地周边农户生态足迹的影响. *生态学报*, 2009, 29(7): 3569-3575.
- [13] 周世强, 黄金燕, 张亚辉, 李仁贵, 李德生, 张和民. 野化培训大熊猫采食和人为砍伐对拐棍竹无性系种群更新的影响. *生态学报*, 2009, 29(9): 4804-4814.
- [14] 肖赓, 欧阳志云, 赵景柱, 黄宝荣, 朱春全. 岷山地区大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 生境影响因子连通性及主导因子. *生态学报*, 2008, 28(1): 0267-0273.
- [15] 王学志, 徐卫华, 欧阳志云, 刘建国, 肖赓, 陈佑平, 赵联军, 黄俊忠. 生态位因子分析在大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 生境评价中的应用. *生态学报*, 2008, 28(2): 0821-0828.
- [16] 宗雪, 崔国发, 袁婧. 基于条件价值法的大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 存在价值评估. *生态学报*, 2008, 28(5): 2090-2098.
- [17] 欧阳志云. 卧龙大熊猫生境的群落结构研究. *生态学报*, 2000, 20(3): 458-462.
- [18] 王学志, 徐卫华, 欧阳志云, 张晋东. 汶川地震对都江堰地区大熊猫生境的影响. *生态学报*, 2008, 28(12): 5856-5861.
- [19] 杨春花, 张和民, 周小平, 王鹏彦, 王小明. 大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 生境选择研究进展. *生态学报*, 2006, 26(10): 3442-3453.
- [20] 申国珍. 大熊猫栖息地亚高山针叶林结构和动态特征. *生态学报*, 2004, 24(6): 1294-1299.
- [21] 欧阳志云. 卧龙自然保护区大熊猫生境评价. *生态学报*, 2001, 21(11): 1869-1874.
- [22] 刘南威. 自然地理学. 北京: 科学出版社, 2000.
- [23] 张文广, 唐中海, 齐敦武, 胡远满, 胡锦矗. 大相岭北坡大熊猫生境适宜性评价. *兽类学报*, 2007, 27(2): 146-152.
- [24] 张泽钧, 胡锦矗, 吴华. 邛崃山系大熊猫和小熊猫生境选择的比较. *兽类学报*, 2002, 22(3): 161-168.
- [25] 魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 相岭山系大熊猫和小熊猫对生境的选择. *动物学报*, 1999, 45(1): 57-63.
- [26] 陈利顶, 刘雪华. 卧龙自然保护区大熊猫生境破碎化研究. *生态学报*, 1999, 19(3): 291-297.
- [27] 胡锦矗, 胡杰. 大熊猫研究与进展. *西华师范大学学报*, 2003, 24(3): 253-257.
- [28] 胡锦矗. 大熊猫研究. 上海: 上海科技教育出版社, 2001.
- [29] 冉江洪, 刘少英, 王鸿加, 孙治宇, 曾宗永, 刘世昌. 放牧对治勒自然保护区大熊猫生境的影响. *兽类学报*, 2003, 23(4): 288-294.
- [30] 潘文石, 高郑生, 吕植. 秦岭大熊猫的自然庇护所. 北京: 北京大学出版社, 1988.
- [31] 颜忠诚, 陈永林. 动物的生境选择. *生态学杂志*, 1998, 17(2): 43-49.
- [32] 国家林业局. 全国第三次大熊猫调查报告. 北京: 科学出版社, 2006.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 2 January, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Sex ratio and spatial pattern in <i>Populus davidiana</i> in Changbai Mountain	PAN Chunfang, ZHAO Xiuhai, XIA Fucui, et al (297)
The relationship between freeze-tolerance and changes in activities of antioxidant enzymes and osmolyte content in the leaves of white clover during early winter freeze-thaw cycles	ZHAO Mei, ZHOU Ruilian, LIU Jianfang, et al (306)
Gray correlation analysis on naturalness of the primary forest types on the Losses Plateau	WANG Naijiang, LIU Zengwen, XU Zhao, et al (316)
Photosynthetic responses of <i>Gracilaria lemaneiformis</i> to two antibiotics	JIAN Jianbo, ZOU Dinghui, LIU Wenhua, et al (326)
Litter C:N:P ecological stoichiometry character of plant communities in typical Karst Peak-Cluster Depression	PAN Futing, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (335)
Effects of groundwater depth on the gas exchange and chlorophyll fluorescence of <i>Populus euphratica</i> in the lower reaches of Tarim River	CHEN Yapeng, CHEN Yaning, XU Changchun, et al (344)
Monitoring and assessment of vegetation variation in Northern Shaanxi based on MODIS/NDVI	SONG Fuqiang, XING Kaixiong, LIU Yang, et al (354)
Effects of fire on the structure of herbage synusia vegetation in desertified steppe, North China	HE Haoyu, SU Jieqiong, HUANG Lei, et al (364)
Physiological responses of four broadleaved seedlings to drought stress simulated by PEG	FENG Huifang, XUE Li, REN Xiangrong, et al (371)
Effects of the different width of urban green belts on the temperature and humidity	ZHU Chunyang, LI Shuhua, JI Peng, et al (383)
Diversity of waterbirds and change in home range of bar-headed geese <i>Anser indicus</i> during breeding period at Hangcuo Lake of Tibet, China	ZHANG Guogang, LIU Dongping, QIAN Fawen, et al (395)
The habitat selection of Giant panda in Wanglang Nature Reserve, Sichuan Province, China	KANG Dongwei, KANG Wen, TAN Liuyi, et al (401)
Effects of vigilance on the patterns of functional responses of foraging in voles (<i>Microtus fortis</i>)	TAO Shuanglun, YANG Xifu, DENG Kaidong, et al (410)
Influence of heavy metal pollution on soil animal community in Luqiao, Taizhou City	BAI Yi, SHI Shidi, QI Xin, et al (421)
Annual quantitative distribution of meiofauna in relation to sediment environment in Qingdao Bay	DU Yongfen, XU Kuidong, LEI Yanli, et al (431)
Population genetic variations and phylogeography of <i>Macropodus opercularis</i>	WANG Peixin, BAI Junjie, HU Yinchang, et al (441)
Contribution of C ₃ and C ₄ host plants for the overwintering and 1 st generation of <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) in Northern China ..	YE Lefu, FU Xue, GE Feng (449)
Relationships between two species of insect pests and their natural enemies in tea gardens of three different altitudes	BI Shoudong, KE Shengbing, XU Jinfeng, et al (455)
The diversity of ground-dwelling beetles at cultivated land and restored habitats on the Bashang plateau	LIU Yunhui, YU Zhenrong, WANG Changliu, et al (465)
Characteristics of soil microbial communities under dry and wet condition in Zoige alpine wetland	NIU Jia, ZHOU Xiaoqi, JIANG Na, et al (474)
Microbial diversity of the jujube (<i>Zizyphus jujuba</i> Mill.) fruits surface during harvesting and storage stages	SHA Yuexia (483)
Effects of powdery mildew infection on zucchini growth under elevated CO ₂ and temperature	LIU Junzhi, GE Yaming, Pugliese Massimo, et al (491)
Impacts of arbuscular mycorrhizal fungi on soil aggregation dynamics of neutral purple soil	PENG Sili, SHEN Hong, YUAN Junji, et al (498)
The bacterial community structures in Xinjiang fault belt spring analyzed by PCR-DGGE	WU Jiangchao, GAO Xiaoqi, ZENG Jun, et al (506)
The impact of oil pollution on marine phytoplankton community growth change	HUANG Yijun, CHEN Quanzhen, ZENG Jiangning, et al (513)
Root morphological and physiological responses of rice seedlings with different tolerance to cadmium stress	HE Junyu, REN Yanfang, WANG Yangyang, et al (522)
Non-point pollution control for landscape conservation analysis based on CLUE-S simulations in Miyun County	PAN Ying, LIU Yunhui, WANG Jing, et al (529)
Analysis on ecological land rent based on ecological footprint	LONG Kaisheng, CHEN Ligen, ZHAO Yali (538)
Relationship of vegetation degradation classification and landscape accessibility classification in Shenzhen	LIU Yufan, CHEN Xue, LI Guicai, et al (547)
Review and Monograph	
Risk management approaches for environmental and human health risks in the United States and Canada	HE Guizhen, LÜ Yonglong (556)
Plant wax and its response to environmental conditions: an overview	LI Jingjing, HUANG Junhua, XIE Shucheng (565)
Acid corrosion mechanism of the sulfate-reducing bacteria and protecting studies in oilfield	ZHUANG Wen, CHU Liye, SHAO Hongbo (575)
Advance in the research of phyllospheric microorganism	PAN Jiangang, HU Qing, QI Hongyan, et al (583)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 2 期 (2011 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 2 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		

